

**ANALISIS PENGARUH DEBIT AIR TERHADAP UNJUK
KERJA PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA
MIKRO HIDRO TURBIN ULIR SKALA
LABORATORIUM**

SKRIPSI

OLEH:

MUHAMMAD FATHUR RAHMAN

178130131



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2022**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 20/6/22

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

**ANALISIS PENGARUH DEBIT AIR TERHADAP UNJUK
KERJA PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA
MIKRO HIDRO TURBIN ULIR SKALA
LABORATORIUM**

SKRIPSI

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar
Sarjana di Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Medan Area

Oleh:

MUHAMMAD FATHUR RAHMAN

178130131

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2022**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Judul Proposal/TA : Analisis Pengaruh Debit Air Terhadap Unjuk Kerja
Pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro Turbin
Ultr Skala Laboratorium

Nama Mahasiswa : Muhammad Fathur Rahman

NPM : 178130131

Bidang Keahlian : Konversi Energi

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana di
Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Medan Area.

Nama Dosen Pembimbing I : Indra Hermawan, ST, MT
NIP/NIDN : 0114048001

Nama Dosen Pembimbing II : Ir. H. Amirsyam Nasution, MT
NIP/NIDN : 0025125606

Medan, 24 Maret 2022

Dosen Pembimbing II

Dosen Pembimbing I

(Ir. H. Amirsyam Nasution, MT)
NIDN. 0025125606

(Indra Hermawan, ST, MT)
NIDN. 0114048001

Diketahui Oleh:

Dekan
(Dr. Rahmad Syah, S.Kom, M.Kom)
NIDN. 0105058804

Ketua Prodi Teknik Mesin
(Muhammad Idris, ST, MT)
NIDN. 0106058104

HALAMAN PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi dari hasil karya orang lain telah dituliskan secara jelas sesuai norma, kaidah dan etika dalam penulisan ilmiah.

Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademi yang saya peroleh dan sanksi lainnya apabila dikemudian hari ditemukan unsur plagiat dalam skripsi ini.

Medan, 24 Maret 2022

Hormat saya.



(Muhammad Fathur Rahman)

(178130131)



HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR / SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademik Universitas Medan Area, saya yang bertanda tangan dibawah ini :

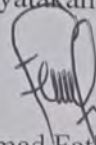
Nama : MUHAMMAD FATHUR RAHMAN
NPM : 178130131
Fakultas : TEKNIK
Program Studi : TEKNIK MESIN
Jenis Karya : Tugas Akhir / Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area Hak Bebas Royalti Non eksklusif (*non-exclusive Royalti-free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

“Analisis Pengaruh Debit Air Terhadap Unjuk Kerja Pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro Turbin Ulir Skala Laboratorium” Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan hak bebas Royalti, noneksklusif ini, Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir/skripsi saya selama saya tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis /pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Medan, 24 Maret 2022

Yang menyatakan :

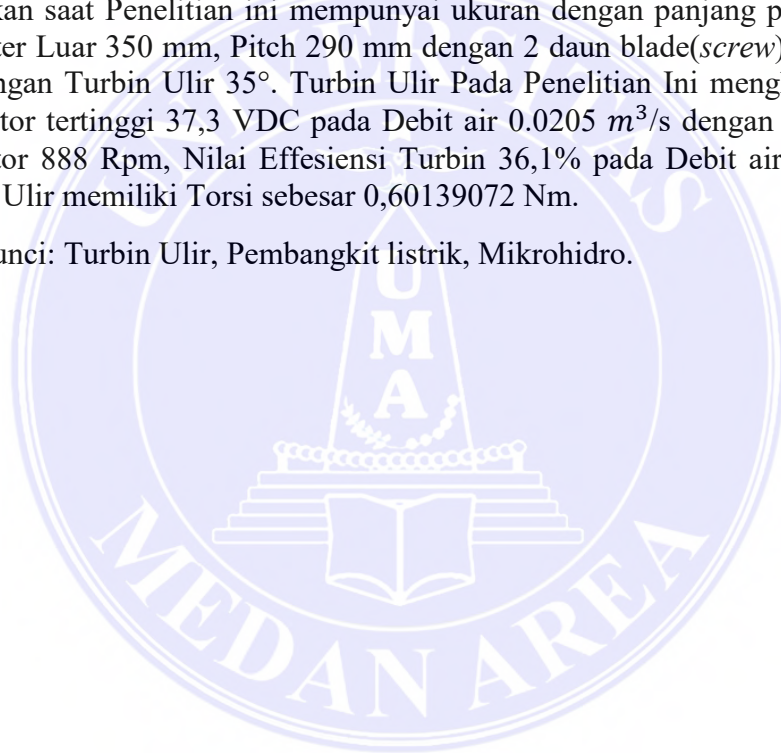


(Muhammad Fathur Rahman)
(178130131)

ABSTRAK

Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro Turbin Ulir adalah pembangkit listrik berskala kecil yang menghasilkan daya < 200 kW, yang memanfaatkan tenaga(aliran) air sebagai sumber penghasil energi. PLTMH termasuk sumber energi terbarukan dan layak disebut clean energy karena ramah lingkungan. Dari segi teknologi, PLTMH dipilih karena konstruksinya sederhana, dan mudah dioperasikan, Turbin Ulir dapat dioperasikan pada pemukiman terpencil yang tidak memiliki arus listrik dengan meletakkan di aliran sungai dengan debit sedang maupun debit besar sehingga menghasilkan energi listrik. Tujuan dari Penelitian ini Menghitung dan menganalisis Daya yang dihasilkan Terhadap Debit air yang di berikan dan Menganalisis Performa dan Efisiensi yang dihasilkan oleh PLTMH. Penelitian ini dilakukan berdasarkan referensi sebelum nya, Dimana Turbin ulir yang dilakukan saat Penelitian ini mempunyai ukuran dengan panjang poros 870 mm, Diameter Luar 350 mm, Pitch 290 mm dengan 2 daun blade(*screw*) dengan sudut kemiringan Turbin Ulir 35° . Turbin Ulir Pada Penelitian Ini menghasilkan Daya Generator tertinggi 37,3 VDC pada Debit air $0.0205 \text{ m}^3/\text{s}$ dengan Putaran Poros generator 888 Rpm, Nilai Efisiensi Turbin 36,1% pada Debit air $0.0133 \text{ m}^3/\text{s}$. Turbin Ulir memiliki Torsi sebesar 0,60139072 Nm.

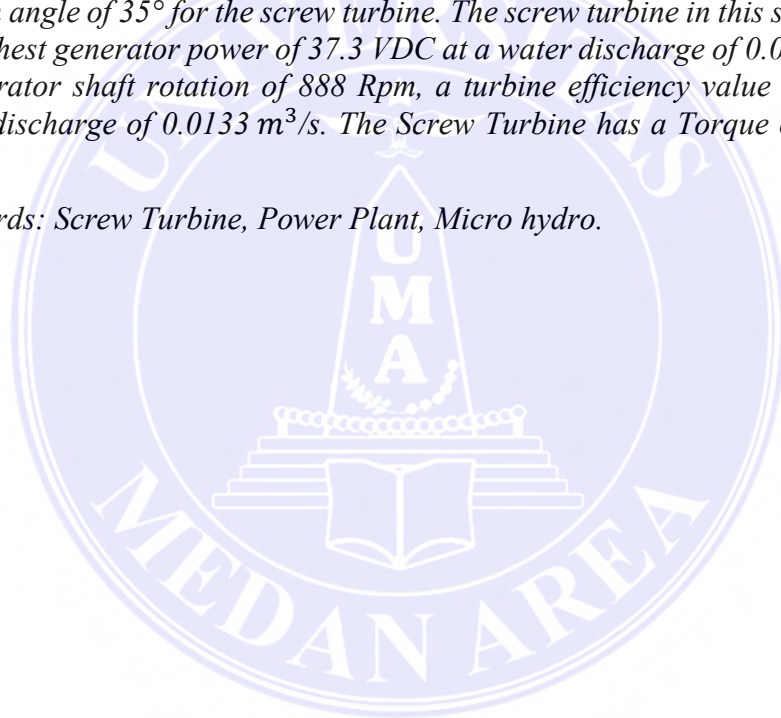
Kata kunci: Turbin Ulir, Pembangkit listrik, Mikrohidro.



ABSTRACT

The Screw Turbine Micro Hydro Power Plant is a small-scale power plant that produces power < 200 kW, which utilizes the power (flow) of water as an energy source. MHP is a renewable energy source and deserves to be called clean energy because it is environmentally friendly. In terms of technology, MHP was chosen because of its simple construction and easy operation. The screw turbine can be operated in remote settlements that do not have electricity by placing it in a river with medium or large discharge to produce electrical energy. The purpose of this study is to calculate and analyze the power generated against the given water discharge and to analyze the performance and efficiency produced by the MHP. This research was carried out based on the previous reference, where the screw turbine which was carried out during this study had a size with a shaft length of 870 mm, an outer diameter of 350 mm, a pitch of 290 mm with 2 blades (screw) with an angle of 35° for the screw turbine. The screw turbine in this study produced the highest generator power of 37.3 VDC at a water discharge of $0.0205 \text{ m}^3/\text{s}$ with a generator shaft rotation of 888 Rpm, a turbine efficiency value of 36.1% at a water discharge of $0.0133 \text{ m}^3/\text{s}$. The Screw Turbine has a Torque of 0.60139072 Nm.

Keywords: Screw Turbine, Power Plant, Micro hydro.



DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Penulis bernama Muhammad Fathur Rahman, di lahirkan tunggal, Kecamatan Medan Sunggal, Kota Medan, Provinsi Sumatra Utara, tanggal 21 Juni 1998, Ayah bernama Surya Darmendra dan Ibu bernama Hernawati, Penulis merupakan anak Pertama dari Tiga bersaudara, Penulis menyelesaikan Pendidikan Sekolah Dasar pada tahun 2010 di SD Negeri 101736 Desa Medan Krio, Kecamatan Sunggal, Kabupaten Deli Serdang, Provinsi Sumatra Utara, dan menyelesaikan Pendidikan Sekolah Menengah Pertama pada tahun 2013 di SMP SWASTA MUHAMMADIYAH 47 Sunggal, Desa Medan Krio, Kecamatan Sunggal Kabupaten Deli Serdang, Provinsi Sumatra Utara, dan juga Penulis menyelesaikan Sekolah Menengah Kejuruan pada tahun 2016 di SMK SWASTA RAKSANA 1 MEDAN, Kecamatan Medan Petisah, Kota Medan, Provinsi Sumatra Utara. Pada Tahun 2017 Penulis melanjutkan Pendidikan Tinggi di Universitas Medan Area, Fakultas Teknik, Program Teknik Mesin dan Selesai pada Tahun 2022.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT. atas segala berkat dan karunia-Nya sehingga skripsi yang berjudul Analisis Pengaruh Debit Air Terhadap Unjuk Kerja Pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro Turbin Ulir. Adapun penyusunan skripsi Ini bertujuan untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan studi serta dalam rangka memperoleh gelar Sarjana Teknik program studi Teknik Mesin fakultas Teknik.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan Terima kasih atas segala bantuan sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik, kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Dadan Ramdan, M.Eng, M.Sc., Selaku Rektor Universitas Medan Area
2. Bapak Dr. Rahmad Syah S.Kom, M.Kom Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area
3. Bapak Muhammad Idris, ST, MT., Selaku Kepala Program Studi Teknik Mesin.
4. Bapak Dr. Iswandi, ST, MT., Selaku Sekretaris Program Studi Teknik Mesin.
5. Bapak Indra Hermawan, ST, MT., Selaku Dosen Pembimbing I
6. Bapak Ir. H. Amirsyam Nasution, MT., Selaku Dosen Pembimbing II
7. Seluruh Dosen pengampu yang telah mengajar dan memberi ilmu selama perkuliahan di Universitas Medan Area
8. Seluruh Staff dan Pegawai Fakultas Teknik Universitas Medan Area yang telah membantu segala urusan Akademik.
9. Ayahanda Alm. Surya Darmendra, Ibunda Hernawati, Selaku Orangtua saya yang telah membesarkan, mendidik serta selalu mendoakan Penulis sampai

menyelesaikan Studi di perguruan Tinggi dan serta membiayai kebutuhan hidup saya.

10. Saudara kandung dan Keluarga saya yang selalu memberi dukungan.

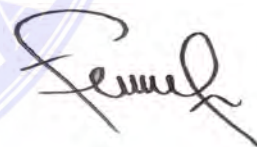
11. Teman-teman Tim dalam Pembuatan Alat PLMTH yang telah bekerja sama.

Terutama Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada ayah, ibu, serta seluruh keluarga atas segala doa dan perhatiannya. Dan selalu berterimakasih Kepada Allah SWT. Yang selalu melancarkan segala urusan hamba dalam menjalankan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki kekurangan, oleh karena itu kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan demi kesempurnaan skripsi ini. Penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat baik untuk kalangan pendidikan maupun masyarakat. Akhir kata penulis ucapkan terima kasih.

Medan, 24 Maret 2022

Penulis



(Muhammad Fathur Rahman)

178130131

DAFTAR ISI

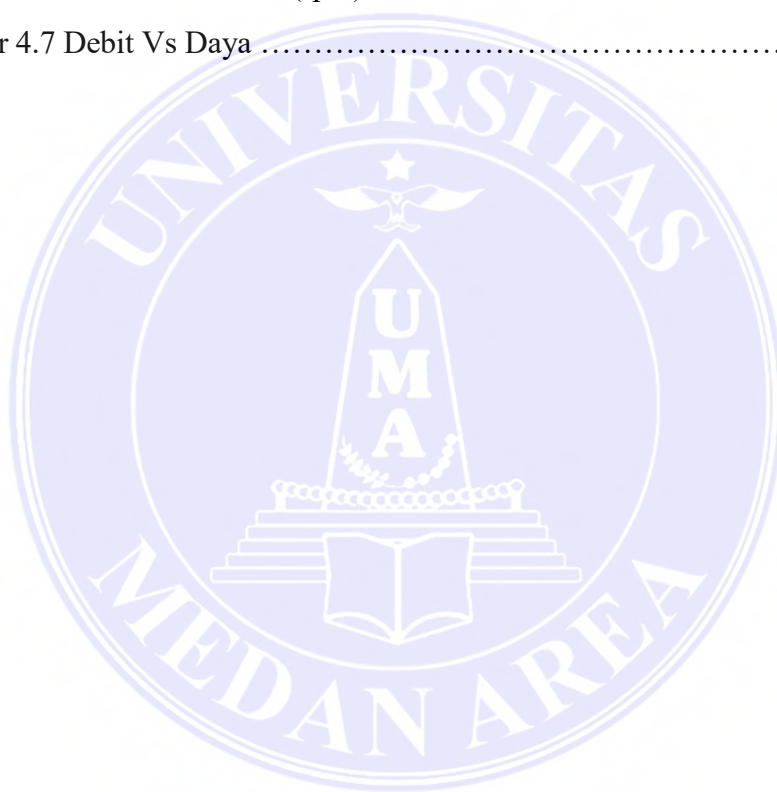
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR NOTASI	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	5
1.6 Sistematika Penulisan	5
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro(PLTMH)	7
2.1.1 Pengertian Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro.....	7
2.1.2 Prinsip Kerja Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro.....	7
2.2 Turbin Air	8
2.3 Klasifikasi Turbin Air.....	9
2.3.1 Turbin Reaksi.....	9
2.3.2 Turbin Impuls.....	9
2.4 Turbin Ulir (<i>Archimedes Screw Turbine</i>)	10
2.5 Parameter Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro(PLTMH)	12
2.5.1 Debit Air.....	12
2.5.2 Tinggi jatuh air (<i>Head</i>).....	13
2.5.3 Torsi.....	14
2.6 Daya Yang Dihasilkan Turbin	15
2.7 Generator	16
2.7.1 Klasifikasi Generator.....	17
2.7.2 Bagian-Bagian Generator.....	18

2.8Pompa Dan Motor Electrical	19
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....	20
3.1Tempat dan Waktu Penelitian.....	20
3.2Alat dan Bahan	21
3.2.1Alat Penelitian.....	21
3.2.2Bahan Penelitian.....	29
3.3Metode Penelitian	31
3.3.1 Langkah – langkah pengujian alat.....	31
3.4Bagan Alur Penelitian.....	37
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....	38
4.1Data Hasil Pengukuran	38
4.2Perhitungan Debit	41
4.3Tinggi jatuhnya air.....	43
4.4Pengukuran Torsi.....	43
4.5Daya Hidrolis.....	45
4.6Daya Generator.....	47
4.7Effesiensi Turbin	49
4.8Performa Turbin.....	52
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	54
5.1Kesimpulan.....	54
5.2Saran	55
DAFTAR PUSTAKA	56

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Prinsip PLTA	8
Gambar 2.2 Skema Turbin Air	8
Gambar 2.3 Skema Turbin Ulir	10
Gambar 2.4 Prinsip Kerja Turbin Ulir	11
Gambar 2.5 <i>Head</i> Turbin	14
Gambar 2.6 Sistem pengukuran Torsi menggunakan Metode Break	15
Gambar 2.7 generator DC	17
Gambar 2.8 Generator AC	18
Gambar 2.9 Pompa dan Motor <i>Electrical</i>	19
Gambar 3.1 Meter Ukur	21
Gambar 3.2 Gelas Ukur	22
Gambar 3.3 <i>Stopwatch</i>	23
Gambar 3.4 Tachometer	24
Gambar 3.5 Busur derajat setengah lingkaran	25
Gambar 3.6A Multimeter Analog	26
Gambar 3.6B Multimeter Digital	26
Gambar 3.6C Timbangan Digital	29
Gambar 3.7A Turbin Ulir	29
Gambar 3.7B Turbin Ulir	30
Gambar 3.8 Tampak Depan Screw	31
Gambar 3.9 Bak Penampung	32
Gambar 3.10 Pengukuran Tinggi air menggunakan alat ukur mistar	32
Gambar 3.11 Pengukuran kecepatan Air	33
Gambar 3.12 Pengukuran Putaran Generator	34
Gambar 3.13 Pengukuran Putaran Turbin Ulir	34
Gambar 3.14 Alat ukur Tachometer digital	34
Gambar 3.15 Pengecekan Ampere dan Voltase	35
Gambar 3.16 Multitester	35

Gambar 3.17 Pengecekan Torsi dengan 2 timbangan	35
Gambar 3.18 Timbangan Digital	36
Gambar 3.19 <i>Flow chart</i>	37
Gambar 4.1 Sistem pengukuran Torsi menggunakan Metode Break	40
Gambar 4.2 Tinggi jatuhnya air	43
Gambar 4.3 Debit Vs Daya Hidrolis	46
Gambar 4.4 Debit Vs Daya Generator	48
Gambar 4.5 Debit Vs Eff. Turbin	50
Gambar 4.6 Debit Vs Putaran (rpm)	51
Gambar 4.7 Debit Vs Daya	51



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Klasifikasi Turbin Berdasarkan Head.....	9
Tabel 3.1 Jadwal Kegiatan Penelitian	20
Tabel 3.2 Spesifikasi Turbin Ulir	30
Tabel 4.1 Data hasil Pengukuran Putaran (rpm)	38
Tabel 4.2 Data hasil Pengukuran Ampere dan Voltase	39
Tabel 4.3 Data Hasil Pengukuran Torsi	41
Tabel 4.4 Hasil Percobaan Kecepatan Air	42
Tabel 4.5 Hasil Perhitungan Debit air	43
Tabel 4.6 Pengukuran Torsi 1	44
Tabel 4.7 Pengukuran Torsi 2	44
Tabel 4.8 Hasil Perhitungan Torsi	45
Tabel 4.9 Hasil Perhitungan Daya Hidrolis	46
Tabel 4.10 Hasil Pengukuran Ampere	47
Tabel 4.11 Hasil Perhitungan Daya Generator	48
Tabel 4.12 Hasil Perhitungan Eff.Turbin	49
Tabel 4.13 Hasil Pengecekan Putaran(rpm)	51
Tabel 4.14 Performa Turbin Ulir.....	52

DAFTAR NOTASI

SIMBOL	ARTI	SATUAN
M	Massa	Kg
g	Gravitasi	9,8 m/s
v	Kecepatan	m/s
Q	Debit air	m ³ /s
A	Luas Penampang	m ²
P	Daya	W
P _{in turbin}	Daya masuk turbin	W
P _{out turbin}	Daya keluar turbin	W
H	Ketinggian	m
L	Lebar saluran	m
t	Waktu	S
ρ	Massa air	kg/m ³
Eff.	Efisiensi	%
η_T	Efisiensi Turbin	%
η_G	Efisiensi Generator	%
T	Torsi	N.m
F	Gaya	N
r	Jari-jari Turbin	m
n	Kecepatan putaran	Rpm
π	Pi	3,14 atau $\frac{22}{7}$

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sumber energi untuk menghasilkan Listrik didunia sangat banyak mulai dari Minyak bumi dan Batu bara, setiap saat nya energi tersebut banyak di butuhkan tetapi cadangan energinya semakin menurun. Maka dari itu di dunia terutama negara-negara maju sudah melakukan penelitian tentang Energi terbarukan yaitu Energi Air. Energi tersebut nantinya di kembangkan untuk dijadikan cadangan Energi.

Indonesia memiliki potensi untuk mengembangkan Energi Air tersebut dikarenakan Sumber alam di Indonesia sangat luas pada bagian Hutan dan bagian Perairan Indonesia terutama sungai dengan aliran dan debit air yg besar sehingga menghasilkan energi yang sangat besar. Namun Penelitian yang berkaitan dengan air akan menghabiskan biaya yang sangat besar karena lokasi dan Investasinya yang sangat besar dan pembangunan nya yang cukup lama. Solusi yang tepat untuk permasalahan pembuatan Pembangkit Listrik Tenaga Air yang terbilang cukup mahal adalah menggunakan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro(PLTMH).

Salah satu teknologi yang dikembangkan untuk mendukung PLTMH ini adalah jenis turbin ulir, Dengan Prinsip yang digunakan untuk Pembangkit Listrik Tenaga Air ini ialah Air berfungsi sebagai penggerak sudu atau screw turbin dimana besarnya gerakan yang dihasilkan tergantung kepada jumlah debit dan ketinggian air (menghasilkan energi potensial). Debit air merupakan banyaknya jumlah air yang mengalir dalam turbin per satuan waktu (liter/dt) dan ketinggian jatuh air

(*head*) pada turbin adalah besarnya jarak antar titik air dengan turbin. Selanjutnya energi potensial diubah menjadi energi mekanik pada turbin melalui sudu sudu atau screw pada turbin. Energi mekanik yang dihasilkan turbin diteruskan oleh poros penghubung (berputar) ke generator dimana pada generator energi mekanik diubah menjadi energi listrik.

Berdasarkan Penelitian sebelumnya pengujian dilakukan untuk menganalisa pengaruh debit terhadap daya. Hasil pengujian dapat dilihat pada data, Dari Data tersebut dilihat bahwa semakin tinggi debit daya turbin naik. Karena pengujian dibatasi hanya sampai debit 0,277 m³/s maka, daya yang dihasilkan hanya mampu 531.84 watt. Berdasarkan data perencanaan turbin akan menghasilkan daya 3401 watt pada debit 0,3302 m³/s.[1]

Penelitian Sebelumnya Pengujian perubahan jarak blade dengan tekanan udara 24 psi pada pemodelan pembangkit listrik tenaga mikro hidro menggunakan turbin *Archimedes screw* ini, didapatkan nilai hasil pengukuran terbaik pada jarak blade 21 cm dengan kemiringan sudut 28°, dimana tegangan, arus, dan daya output yang dihasilkan generator yaitu sebesar 129,4 Volt berbeban 60 Watt, tanpa beban 162,7 Volt, arus yang dihasilkan 0,1774 Ampere dan daya yang dihasilkan 22,9 Watt Untuk kecepatan putaran generator yaitu sebesar 7054 rpm, sedangkan kecepatan putaran turbin yang dihasilkan pada tekanan yaitu sebesar 589 rpm sebelum dikopel dengan generator dan 318 rpm setelah dikopel dengan generator. Efisiensi terbesar yang diperoleh pada pengujian pemodelan PLTMH ini adalah pada jarak blade 22 cm dengan kemiringan sudut 28° yaitu sebesar 24,5%, sedangkan efisiensi terendah terjadi pada jarak bilah 18 cm dengan kemiringan sudut bilah 28° 11.6 dikarenakan jumlah bilah, jarak bilah, dan kemiringan sudut

bilah semakin panjang jarak blade air yang mengalir semakin lama air sebaliknya semakin pendek jarak blade dengan sudut yang lebih besar maka air banyak yang keluar dari sirip yaitu sebesar efisiensi peningkatan dan penurunan memutar blade dan blade air langsung mengalir ke talang turbin sehingga putaran turbin tidak menjadi maksimal. Torsi yang dihasilkan pada pengujian pemodelan PLTMH dengan melakukan perubahan jarak blade dengan tekanan udara 24 psi menyebabkan torsi yang dihasilkan berbeda-beda. Berdasarkan pengujian, maka untuk menghasilkan torsi yang mampu memutar generator agar generator dapat menghasilkan tegangan, arus, dan daya yang besar pada pemodelan PLTMH dengan menggunakan 3 turbin yang berbeda ini adalah dengan menggunakan turbin dengan jarak blade 22 cm dengan kemiringan sudut blade. Torsi yang dihasilkan pada saat pengujian yaitu sebesar 0.68 Nm.[2]

Berdasarkan penelitian sebelumnya Pada penelitian ini dilakukan pengujian turbin ulir dengan 4 variasi debit air dan 3 variasi kemiringan, maka dari hasil pengujian tersebut didapatkan nilai paling maksimal terhadap kerja turbin yaitu pada debit 0,0433 m³/s dan kemiringan turbin pada 30°. Sehingga didapatkan putaran murni turbin yaitu 91 rpm. Putaran turbin ditingkatkan menggunakan pulley dengan rasio 5:1. Sehingga didapatkan peningkatan putaran generator sebesar 154 rpm, yaitu dari 91 rpm menjadi 245 rpm. Maka dari hasil putaran tersebut terhadap generator DC didapatkan nilai tegangan dari generator yaitu sebesar 45V, dan hasil perhitungan daya adalah 66,4W, maka efisiensi dari turbin ini yaitu 21,4 %.[3]

1.2 Rumusan Masalah

Adapun permasalahan yang akan dibahas dalam penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana Pengaruh Debit Air Terhadap Daya yang di hasilkan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro?
2. Berapakah Daya yang dapat dihasilkan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro?
3. Bagaimana Performa dan Effisiensi dari Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah yang akan menjadi acuan terhadap penulisan proposal ini akan melakukan pembahasan hanya sebatas penelitian terhadap Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro Turbin Ulir meliputi :

1. Menganalisis Daya yang di hasilkan terhadap debit air Bervariasi ($0,0051m^3/s$, $0,0082m^3/s$, $0,0102m^3/s$, $0,0133m^3/s$, $0,0154m^3/s$, $0,0185m^3/s$, $0,0205m^3/s$) untuk menghasilkan Daya dengan Kemiringan sudut 35° pada PLTMH Turbin Ulir.
2. Menganalisis Performa dan Effisiensi Daya PLTMH Turbin Ulir yang di pengaruhi debit air.
3. Mengevaluasi Unjuk Kerja PLTMH Turbin Ulir yang dipengaruhi oleh Debit air .

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari Penelitian ini adalah:

1. Menghitung Daya yang dihasilkan Oleh Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro Turbin Ulir.
2. Menghitung dan menganalisis Performa dan Effisiensi Daya dari PLTMH Turbin Ulir

3. Menghitung dan menganalisis Pengaruh Debit Air Terhadap Daya.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari Penelitian ini adalah:

1. Bagi penulis, Dapat menyelesaikan program perkuliahan Sarjana Teknik Mesin Universitas Medan Area.
2. Mengetahui Hasil Analisis dan Perhitungan Daya Pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro Turbin Ulir Untuk diteruskan pada barang Elektronik
3. Mengetahui Hasil perhitungan Daya Maksimal Terhadap Debit Air dan Kemiringan Propeller Pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro Turbin Ulir.
4. Memberikan Pengetahuan tentang pengaruh debit air terhadap daya.
5. Memberikan sumbangsih ilmiah dalam pengembangan ilmu pengetahuan.

1.6 Sistematika Penulisan

Penulisan karya ilmiah Tugas Akhir ini terbagi dalam beberapa BAB yang dapat dilihat sebagai berikut :

1. BAB 1 PENDAHULUAN

BAB ini berisi latar belakang, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan

2. BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Tinjauan pustaka berisi referensi yang terbaru, relevan dan asli. BAB ini juga memuat teori yang berkaitan dengan penelitian yang dilakukan.

3. BAB 3

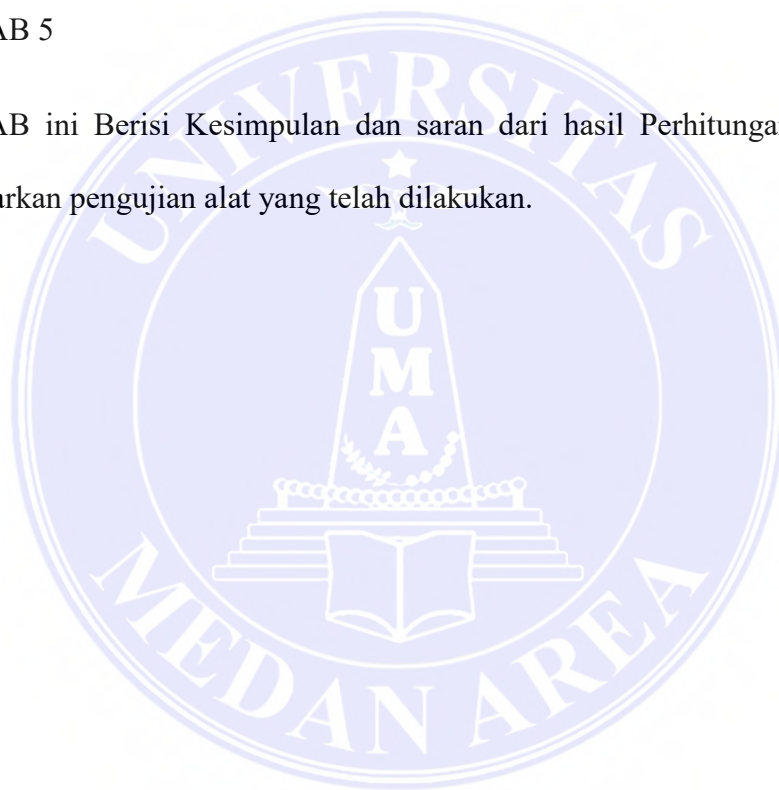
BAB ini memuat spesifikasi peralatan dan bahan-bahan yang digunakan, perhitungan, dimensi alat dan benda uji yang dipergunakan serta perangkat lunak pendukung penelitian.

4. BAB 4

BAB ini Berisi Hasil Pengujian alat yang telah dilakukan seperti Debit Air, Tinggi Jatuhnya air, Torsi, Daya Hidrolis, Daya Generator, Dan Effesiensi Turbin.

5. BAB 5

BAB ini Berisi Kesimpulan dan saran dari hasil Perhitungan dan analisis berdasarkan pengujian alat yang telah dilakukan.



BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro(PLTMH)

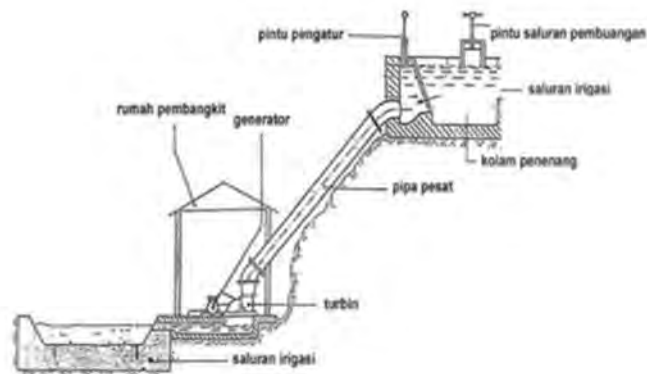
2.1.1 Pengertian Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro

Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) adalah pembangkit listrik berskala kecil (kurang dari 200 kW), yang memanfaatkan tenaga(aliran) air sebagai sumber penghasil energi. PLTMH termasuk sumber energi terbarukan dan layak disebut clean energy karena ramah lingkungan. Dari segi teknologi, PLTMH dipilih karena konstruksinya sederhana, dan mudah dioperasikan.[4]

2.1.2 Prinsip Kerja Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro(PLTMH).

Pembangkit listrik tenaga mikro hidro pada prinsipnya memanfaatkan beda ketinggian dan jumlah debit air yang ada pada aliran air saluran irigasi, sungai atau air terjun. Aliran air ini akan memutar poros turbin sehingga menghasilkan energi mekanik. Energi ini selanjutnya menggerakkan generator dan generator menghasilkan listrik.[3]

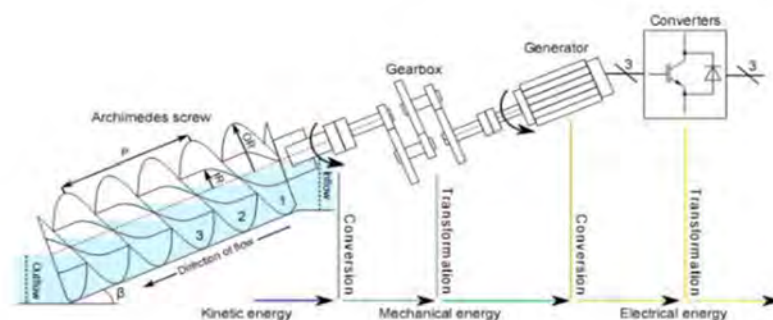
Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) pada prinsipnya adalah suatu pembangkit listrik skala kecil yang menggunakan tenaga air sebagai tenaga penggeraknya seperti, saluran irigasi, sungai atau air terjun alam dengan cara memanfaatkan tinggi terjunan (*head*) dan jumlah debit air sebagai sumber tenaga untuk menggerakkan turbin dan memutar generator.[2] Perhatikan gambar 2.1 yang menjelaskan tentang prinsip PLTA yang dimana air ditampung diwadah penampung dan nantinya akan dialiri melalui pipa menuju turbin air dan nantinya akan diteruskan kegenerator untuk menghasilkan tenaga listrik.



Gambar 2.1 Prinsip PLTA[3]

2.2 Turbin Air

Turbin air adalah suatu alat yang mengubah energi air menjadi energi puntir. Energi air yang meliputi energi potensial termasuk komponen tekanan dan kecepatan aliran air yang terkandung didalamnya merubah menjadi energi kinetik untuk memutar turbin.[3] Turbin air mengubah energi potensial air menjadi energi mekanis. Energi mekanis diubah dengan generator listrik menjadi tenaga listrik.[5] Perhatikan gambar 2.2 dimana air melewati turbin ulir melalui sudu sehingga menghasilkan energi kinetik kemudian turbin ulir diteruskan kegenerator sehingga menghasilkan energi listrik.



Gambar 2.2 Skema Turbin Air[6]

2.3 Klasifikasi Turbin Air

Berdasarkan prinsip kerja turbin dalam mengubah energi potensial air menjadi energi mekanis. Berikut merupakan klarifikasi turbin air untuk PLTMH, Turbin air terbagi dua yaitu Turbin Reaksi dan Turbin Impuls:

2.3.1 Turbin Reaksi

Turbin reaksi adalah turbin air yang cara bekerjanya dengan merubah seluruh energi air yang tersedia menjadi energi puntir. Contohnya Turbin Prancis dan Turbin Kaplan.

2.3.2 Turbin Impuls

Turbin impuls adalah turbin air yang cara bekerjanya dengan merubah seluruh energi air (yang terdiri dari energi potensial + tekanan + kecepatan) yang tersedia menjadi energi kinetik untuk memutar turbin, sehingga menghasilkan energi puntir. Contohnya : Turbin Pelton, Turbin Turgo Dan Turbin Crossflow.[5] seperti pada Tabel 2.1 dibawah ini.

Tabel 2.1 Klasifikasi Turbin Air Berdasarkan Head

Kelompok	Jenis Turbin	Head (m)
Impuls	Turbin Turgo	$30 < H < 300$
	Turbin Crossflow	$1 < H < 200$
	Turbin Pelton	$20 < H < 150$
Reaksi	Turbin Francis	$10 < H < 350$
	Turbin Kaplan	$2 < H < 20$
	Turbin Ulir	$H > 20$

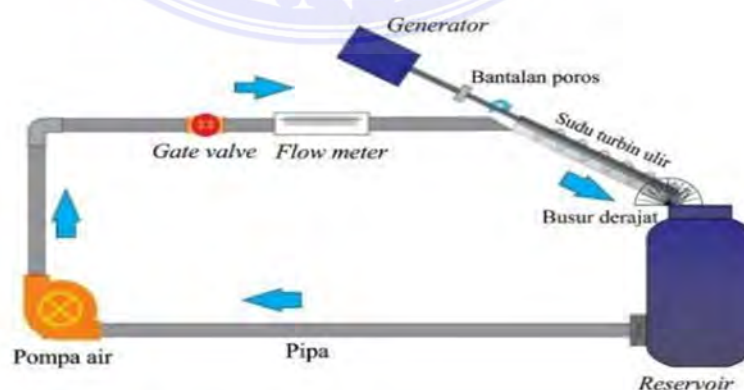
Berdasarkan Prinsip Kerja diatas Penelitian yang akan dilakukan yaitu Prinsip Kerja Turbin Impuls dengan alat Turbin Ulir.

2.4 Turbin Ulir (*Archimedes Screw Turbine*)

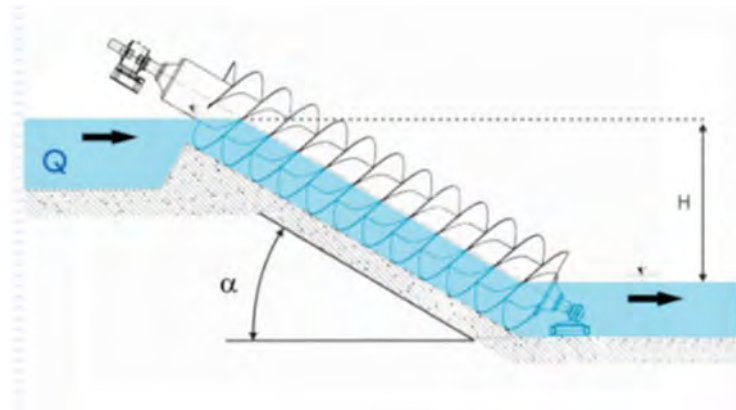
Turbin ulir atau screw (*archimedes turbine*) merupakan salah satu turbin dalam pembangkit listrik tenaga mikro hidro. Turbin ulir sangat berpotensi digunakan untuk sumber energi listrik di Indonesia karena banyaknya jumlah sumber-sumber air yang sebagian besar hanya memiliki debit yang kecil dan head yang rendah. Turbin ulir merupakan salah satu desain turbin yang dapat menghasilkan efisiensi tinggi dari debit aliran dan head yang rendah. Pembuatan turbin ulir juga tidak memerlukan biaya yang tinggi bila dibandingkan dengan pembuatan turbin yang lain.[7]

Prinsip kerja turbin ulir *Archimedes* ialah (lihat Gambar 2.3) :

1. air dari ujung atas mengalir masuk ke ruang di antara kisar sudu ulir (*bucket*) dan keluar dari ujung bawah
2. berat air dan beda tekanan hidrostatik gaya dalam bucket di sepanjang rotor mendorong sudu ulir dan memutar rotor pada sumbunya dan
3. rotor turbin memutar generator listrik yang disambungkan dengan ujung atas poros turbin ulir.[8]



Gambar 2.3 Skema Turbin Ulir[7]



Gambar 2.4 Prinsip Kerja Turbin Ulir[8]

Pada gambar 2.4 bisa dilihat bahwa ketinggian(H) dan sudut(α) turbin ulir sangat berpengaruh dalam unjuk kerja turbin Ulir.

Turbin Ulir atau *Archimedes Screw* merupakan turbin yang sudah ada pada zaman kuno yang dimanfaatkan sebagai pompa air untuk pengairan. Seiring dengan krisis energi dan terbatasnya potensi energi air dengan head yang tinggi, maka pada tahun 2007 seorang insinyur memodifikasi pompa Archimedes yang dibalik dan membiarkan air mengendalikan pompa dan pada ujung pompa dipasang generator, maka dapat menghasilkan listrik selama generator tersebut tidak terendam air atau terkena air. Turbin ulir ini dapat digunakan pada head rendah. Sudut blade pada turbin ulir biasanya ditetapkan pada sudut 22° . Turbin ulir memiliki prinsip kerja, dimana tekanan air yang melalui bilah-bilah sudut turbin penurunan tekanan sejalan dengan penurunan kecepatan air akibat adanya hambatan dari bilah-bilah sudut turbin maka tekanan air akan memutar turbin dan secara bersamaan memutar generator.[9]

2.5 Parameter Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro(PLTMH)

Dalam hal ini ada 3 yang terpenting dalam perhitungan Daya Yang akan dihasilkan Oleh generator yaitu Debit air, Ketinggian jatuhnya air dan torsi maka dari itu harus diketahui hasilnya.

2.5.1 Debit Air

Debit air merupakan jumlah air yang mengalir di dalam saluran atau saluran per unit waktu. Debit air salah satu hal yang sangat menentukan dalam perencanaan turbin air, karena daya yang dihasilkan oleh turbin sangat tergantung pada debit air yang tersedia. Dalam menentukan bentuk turbin, debit sangat diperlukan untuk mengetahui luas penampang saluran air yang masuk ke dalam turbin tersebut, dimana luas penampang dari saluran air yang masuk ke dalam turbin tergantung dari aliran air. Hal tersebut sesuai dengan persamaan kontinuitas $Q = A.v$ Aliran fluida yang dialirkan pasti akan memiliki kecepatan aliran tertentu, hubungan kecepatan aliran dengan debit dan luas penampang dapat dituliskan dalam persamaan dibawah:[3]

$$Q = A.v \dots \dots \dots (2.1)$$

Dimana :

$$Q = \text{Debit Air } (m^3/s)$$

$$v = \text{Kecepatan Air, } (m/s)$$

$$A = \text{Luas Penampang } (m^2) [3]$$

Pengukuran Kecepatan Aliran Menurut Rahayu dalam Ayunanda (2009:29)

kecepatan aliran merupakan hasil bagi antara jarak lintasan dengan waktu tempuh dengan menggunakan Metode Apung dapat dituliskan dengan persamaan : [10]

$$v = \frac{L}{t} \dots \dots \dots (2.1a)$$

Dimana:

v = Kecepatan (m/s)

L = Panjang Lintasan (m)

t = Waktu tempuh (s)[10]

2.5.2 Tinggi jatuh air (*Head*)

Ketinggian jatuh air (*head*) adalah jatuhnya air dari ketinggian (Titik awal air) hingga sampai dasar permukaan (titi akhir air), Ketinggian jatuhnya air dapat diperoleh dari air terjun maupun air yang di bendung. Ketinggian jatuh air dapat mempengaruhi kecepatan aliran air, Perhatikan gambar 2.5. hal ini sesuai dengan persamaan Bernoulli pada tangki berlubang yaitu :

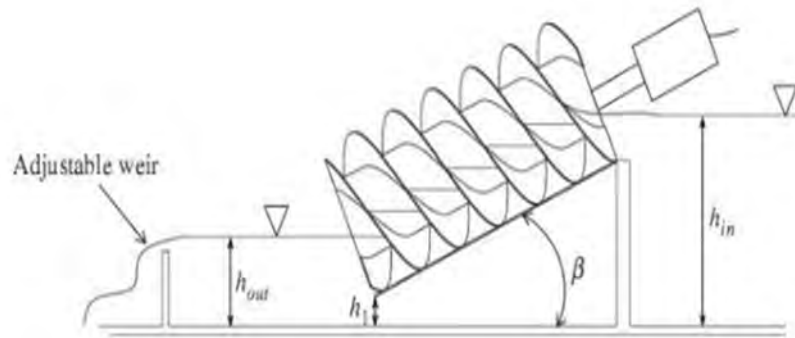
$$v = \sqrt{2 \times g \times h} \dots \dots \dots (2.2)$$

Dimana :

v = kecepatan aliran air (*m/s*)

g = gravitasi (*m/s²*)

h = ketinggian jatuh air (*m*)



Gambar 2.5 Head Turbin [6]

2.5.3 Torsi

Kecepatan turbin yang akan ditransmisikan kegenerator, Untuk torsi dapat dilakukan dengan perhitungan sebagai berikut :[9]

$$P_{out} = T \cdot \omega \dots\dots\dots(2.3)$$

$$T = F_t \cdot r \dots\dots\dots(2.4)$$

$$\omega = \frac{2 \cdot \pi \cdot n}{60} \dots\dots\dots(2.5)$$

Dimana :

T = Torsi (Nm)

P_{out} = Daya Keluar ($Watt$)

n = Kecepatan Putaran (rpm)

ω = Kecepatan Sudut Poros (rad/s)

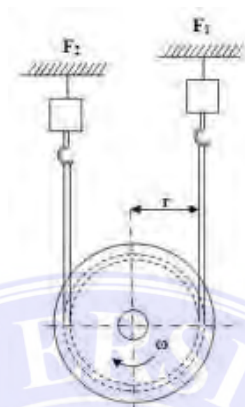
r = jari-jari

F_t = Gaya Tangensial Pully (N)[11]

Pengukuran Torsi dilakukan dengan Metode *Break*(pengereman) dimana

Pengukuran membutuhkan 2 timbangan dan 1 tali, Timbangan 1 nantinya akan

menghasilkan nilai positif dan timbangan 2 menghasilkan nilai negatif dengan mengikat tali di timbangan 1 dan 2 kemudian diletakkan di pully seperti meletakkan V-belt. Perhatikan gambar 2.6.



Gambar 2.6 Sistem pengukuran Torsi menggunakan Metode *Break*

2.6 Daya Yang Dihasilkan Turbin

Dimana daya yang dihasilkan oleh Turbin Ulir Dapat diukur menggunakan Persamaan sebagai berikut :^[2]

Perhitungan daya hidrolis:

$$P = \rho \cdot g \cdot Q \cdot h \dots \dots \dots (2.6)$$

Dimana :

P = Daya Hidrolis (*Watt*)

ρ = Massa jenis fluida/Air (Kg/m^3)

Q = Debit Air (m^3/s)

g = Gaya gravitasi (m/s^2)

h = Head atau Ketinggian Air jatuh (m)

Effisiensi yang dihasilkan Turbin

$$\eta_{PLTMH} = \frac{P_G}{P_H} \cdot 100\% \dots\dots\dots (2.7)$$

Dimana :

η_{PLTMH} = Effisiensi Sistem

P_G = Daya keluar (*Watt*)

P_H = Daya Hidrolis (*Watt*) [12]

Performa atau kinerja adalah suatu tolak ukur untuk mengukur suatu kinerja alat yang sudah dijalankan atau yang baru dijalankan dalam artian masih dalam pengujian, dalam pengukuran Performa atau kinerja memiliki beberapa indikator yaitu: Debit Air (Q), Kecepatan Air (v), Daya Hidrolis (P_H) Daya Generator (P_G), Putaran (rpm), Torsi (T), Effisiensi Turbin (%),

2.7 Generator

Generator adalah mesin yang dapat mengubah tenaga mekanis menjadi tenaga listrik melalui proses induksi elektromagnetik. Generator memperoleh energi mekanis dari prime mover. Generator arus bolak-balik (AC) dikenal dengan sebutan alternator. Generator diharapkan dapat mensuplai tenaga listrik pada saat terjadi gangguan, dimana suplai tersebut digunakan untuk beban prioritas. Daya generator yang dihasilkan dihitung berdasarkan persamaan : [13]

$$P = V \cdot I \dots\dots\dots (2.8)$$

Dimana :

P = Daya Generator (*W*)

I = Arus (*ampere*)

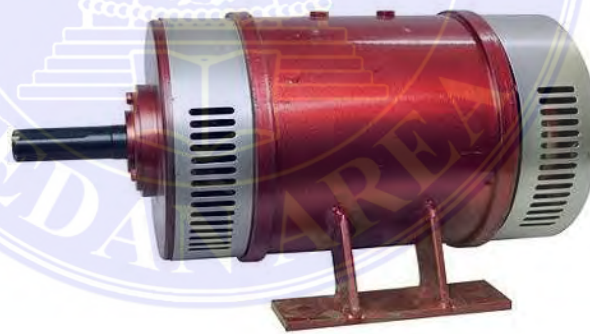
$V = \text{Voltase}$

2.7.1 Klasifikasi Generator

Berdasarkan Daya yang dihasilkan Generator dibagi atas 2 jenis yaitu:

a. Generator Arus Searah (DC)

Generator arus searah yaitu generator dimana tegangan yang dihasilkan (tegangan *output*) berupa tegangan searah, karena didalamnya terdapat sistem penyearahan yang dilakukan bisa berupa oleh komutator atau menggunakan dioda. Generator dalam merubah energi mekanik menjadi listrik adalah sesuai hukum Faraday. Hukum Faraday memperlihatkan bahwa apabila seutas kawat konduktor berada didalam medan magnet yang berubah setiap waktu, maka ujung tiap kawat konduktor tersebut akan timbul gaya gerak listrik (GGL) induk. Gambar 2.7 adalah salah satu contoh Generator DC



Gambar 2.7 generator DC

b. Generator Arus Bolak balik (AC)

Generator arus bolak-balik yaitu generator dimana tegangan yang dihasilkan (tegangan *output*) berupa tegangan bolak balik. Generator Arus Bolak-balik sering disebut juga sebagai alternator, generator AC (*alternating current*), atau generator

sinkron. Dikatakan generator sinkron karena jumlah putaran rotornya sama dengan jumlah putaran medan magnet pada stator. Kecepatan sinkron ini dihasilkan dari kecepatan putar rotor dengan kutub-kutub magnet yang berputar dengan kecepatan yang sama dengan medan putar pada stator. Mesin ini tidak dapat dijalankan sendiri karena kutub-kutub rotor tidak dapat tiba-tiba mengikuti kecepatan medan putar pada waktu sakelar terhubung dengan jala-jala. Gambar 2.8 adalah salah satu contoh Generator AC.



Gambar 2.8 Generator AC

2.7.2 Bagian-Bagian Generator

a. Stator

Stator adalah bagian yang tak berputar (diam) yang mempunyai bagian terdiri dari rangka stator yang merupakan salah satu bagian utama dari generator yang terbuat dari besi tuang dan ini merupakan rumah dari semua bagian-bagian generator, kutub utama beserta belitannya, kutub-kutub pembantu beserta belitannya, bantalan-bantalan poros

b. Rotor

Rotor adalah bagian yang berputar yang mempunyai bagian terdiri dari poros, inti, kumparan, cincin geser, dan sikat-sikat.

2.8 Pompa Dan Motor Electrical

Pompa adalah mesin untuk menggerakkan fluida. Pompa menggerakkan fluida dari tempat bertekanan rendah ke tempat dengan tekanan yang lebih tinggi, untuk mengatasi perbedaan tekanan ini maka diperlukan tenaga (*energy*). Motor Elektrikal berfungsi untuk membantu memutar pompa untuk bergerak sehingga bisa memompa fluida. Gambar 2.9 menunjukkan gambar Pompa bersama motor electrical yang digunakan saat penelitian.



Gambar 2.9 Pompa dan Motor Electrical

BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di CV. Bengkel Makmur Teknik Jln. Pendidikan I, Desa Seirotan, Kec.Percut Sei Tuan Kab. Deli Serdang Penelitian ini dilaksanakan sejak tanggal pengesahan usulan oleh pengelola program studi sampai dinyatakan selesai yang direncanakan berlangsung selama waktu yang akan ditentukan. Adapun jadwal kegiatan penelitian bisa dilihat di Tabel 3.1

Tabel 3.1 Jadwal Kegiatan Penelitian

No	Kegiatan	Waktu (Per Bulan)							
		Apr	Mei	Jun	Jul	Agt	Sep	Nov	Des
1.	Studi Literatur								
2.	Perancangan Alat								
3.	Penyusunan Proposal								
4.	Seminar Proposal								
5.	Pengujian Alat								
6.	Pengumpulan Data								
7.	Analisa Data								
8.	Penulisan Laporan								
9.	Seminar Hasil								
10.	Perbaikan								
11.	Ujian Sidang								

3.2 Alat dan Bahan

Alat dan Bahan yang digunakan saat penelitian adalah :

3.2.1 Alat Penelitian

a. Meter ukur

Meter ukur adalah Benda atau alat ukur yang digunakan untuk mengukur suatu dimensi benda, alat ukur ini memiliki satuan mm ataupun cm, panjang dari meter ukur ada 2.5 m, 5 m dan 7.5 m. fungsi dari meter ukur ini untuk mengukur ketinggian atau head jatuhnya air. Perhatikan gambar 3.1



Gambar 3.1 Meter Ukur

Spesifikasi Meter Ukur :

1. Panjang maksimal 7.5meter
2. Ketelitian ukuran 1 mm

b. Gelas Ukur

Gelas ukur adalah benda atau alat ukur yang digunakan untuk mengukur volume fluida atau air, Alat ini memiliki bentuk silinder dan setiap garis penanda

pada gelas ukur mewakili jumlah cairan yang telah terukur. Dan alat ukur ini memiliki satuan milliliter. Perhatikan gambar 3.2



Gambar 3.2 Gelas Ukur

Spesifikasi Gelas Ukur :

1. Volume cairan 0-1000ml
2. Material Plastik

c. Stopwatch

Stopwatch adalah alat yang digunakan untuk mengukur lamanya waktu yang diperlukan dalam kegiatan. Stopwatch secara khas dirancang untuk memulai dengan menekan tombol diatas dan berhenti sehingga suatu waktu detik ditampilkan sebagai waktu yang berlalu. Perhatikan gambar 3.3



Gambar 3.3 Stopwatch

Spesifikasi Stopwatch :

1. Measuring capacity
 - a. Total elapsed time display : 9:5959.999
 - b. Lap time display : 5959.999
 - c. Split time display : 9:5959.999
2. Measuring modes : Elapsed time, lap time, split time, 1st-100th place time, lap counter (up to 99)
3. Memory capacity : 2 sets of 100 records each
4. Full auto-calendar (to year 2099) 12/24-hour format
5. Button Operation Tone On/Off
6. Time Display Regular timekeeping : Hour, minutes, seconds, am/pm, year, month, date, day
7. (stopwatch) : 99.9988%

d. Tachometer

Tachometer adalah alat pengujian yang dirancang untuk mengukur kecepatan rotasi(rpm) dari sebuah objek khususnya jumlah putaran yang dilakukan oleh sebuah poros dalam satu satuan waktu dalam poros turbin. Perhatikan gambar 3.4



Gambar 3.4 Tachometer

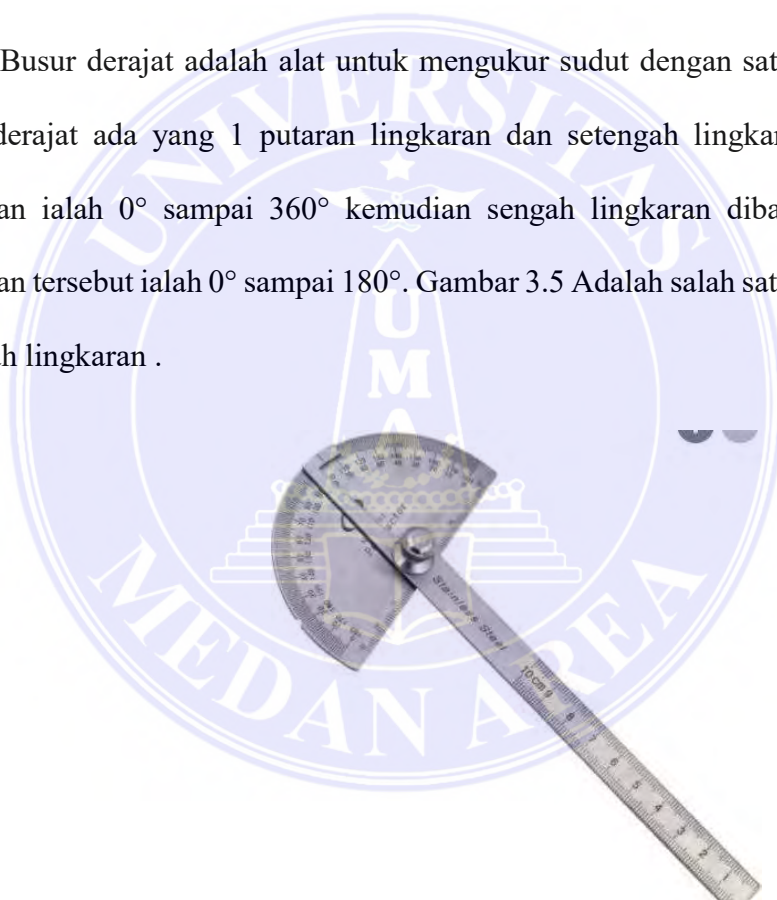
Spesifikasi Tachometer:

1. RPM Range	:	2 to 99,999rpm
2. Count range	:	1 to 99,999rev (revolution)
3. Jarak Target Max	:	1.6ft (500mm)
4. Basic Akurasi	:	$\pm 0.05\%$
5. Resolusi	:	0.1rpm, 1rev
6. Memori	:	Min/Max/Last

- 7. Standby time : 2 years
- 8. Flow range : 10-120L / MIN
- 9. Single count : 0.00-999.9
- 10. The total cumulative number: 0.00-999999.9
- 11. Unit: L / L, gal / GAL, pint / PTS, quart / QTS
- 12. Single measurement cleared: RESET

e. Busur derajat

Busur derajat adalah alat untuk mengukur sudut dengan satuan derajat($^{\circ}$), busur derajat ada yang 1 putaran lingkaran dan setengah lingkaran, 1 putaran lingkaran ialah 0° sampai 360° kemudian setengah lingkaran dibagi dua dari 1 lingkaran tersebut ialah 0° sampai 180° . Gambar 3.5 Adalah salah satu busur derajat setengah lingkaran .



Gambar 3.5 Busur derajat setengah lingkaran

Spesifikasi Busur Derajat:

1. Material stainlesssteel

2. 0° sampai 180°

3. Memiliki Penggaris Bantu

f. Multimeter

Multimeter adalah suatu alat ukur listrik yang digunakan untuk mengukur tiga jenis besaran listrik yaitu arus listrik, tegangan listrik, dan hambatan listrik. Sebutan lain untuk multimeter adalah AVO-meter yang merupakan singkatan dari satuan Ampere, Volt, dan Ohm. Selain itu, multimeter juga disebut dengan nama multitester. Multimeter terbagi menjadi dua jenis yaitu multimeter analog perhatikan Gambar 3.6A dan multimeter digital perhatikan Gambar 3.6B. Perbedaan antara multimeter analog dan multimeter digital terletak pada tingkat ketelitian nilai pengukuran yang diperoleh. Multimeter dapat digunakan untuk pengukuran listrik arus searah maupun pengukuran listrik arus bolak-balik.



Gambar 3.6A Multimeter Analog



Gambar 3.6B Multimeter Digital

Spesifikasi Multimeter adalah sebagai berikut:

Type : Winner YX-360TRN

DC Volt :

Range : 0.1, 0.5, 2.5, 50, 1000 V

Accuracy : 3 (1000V; 5)

Sensitivity : 20k Ω

AC Volt :

Range : 10, 50, 250, 1000 V

Accuracy : 4 (1000V; 5)

Sensitivity : 9k Ω

DC Current

Range : 50 μ A, 2.5mA, 25mA, 0.25A, 10A

Accuracy : 3 (10A; 5)

Resistance

X1 : 0,2 Ω up to 2k Ω midscale at 20 Ω

X10 : 2 Ω up to 20k Ω midscale at 200 Ω

X100 : 20 Ω up to 200k Ω

X1k Ω : 200 Ω up to 2M Ω

X 10k Ω : 2k Ω up to 20M Ω

HFE : 0 -1000 (Conector External)

Size : 140 x 100 x 35 mm

Weight : 0.28 Kg

Fungsi alat ukur multimeter adalah sebagai berikut:

1. Multitester memiliki fungsi utama untuk mengetahui tingkat tegangan AC dan tingkat tegangan DC pada arus listrik.
2. Multitester juga difungsikan untuk mengukur tingkat kekuatan arus yang ada pada tegangan listrik DC.
3. Multitester berfungsi untuk mengetahui tingkat nilai hambatan yang ada pada sebuah resistor.
4. Bisa digunakan untuk mengetahui hubungan arus listrik, terutama untuk jenis hubungan arus singkat.
5. AVOMeter/Multitester bisa dimanfaatkan untuk melihat kondisi kapasitor elektrolit dan transistor.
6. AVOMeter dapat digunakan untuk mengecek kondisi Ini berlaku baik dioda led maupun dioda zener.
7. AVOMeter/Multitester dapat digunakan untuk mengecek kondisi
8. Kegunaan multitester untuk mengukur HFE transistor pada tipe tertentu.

g. Timbangan Digital

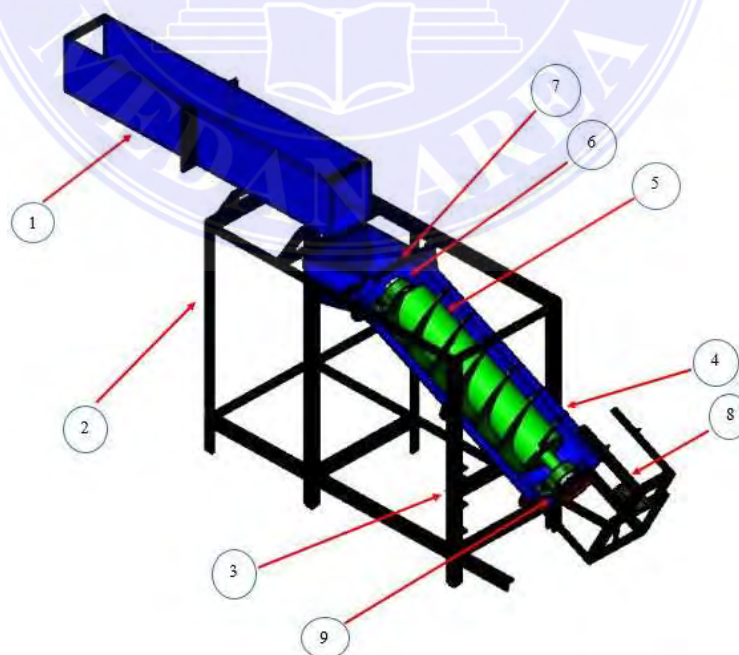
Timbangan Digital adalah Alat Ukur untuk mengukur suatu beban atau massa dengan satuan kilogram (kg). Perhatikan Gambar 3.6C.



Gambar 3.6C Timbangan Digital

3.2.2 Bahan Penelitian

Bahan Penelitian yang digunakan adalah 1 unit Turbin Ulir, dilihat pada gambar 3.7 dan spesifikasi Turbin Ulir dilihat pada tabel 3.2.



Gambar 3.7A Turbin Ulir



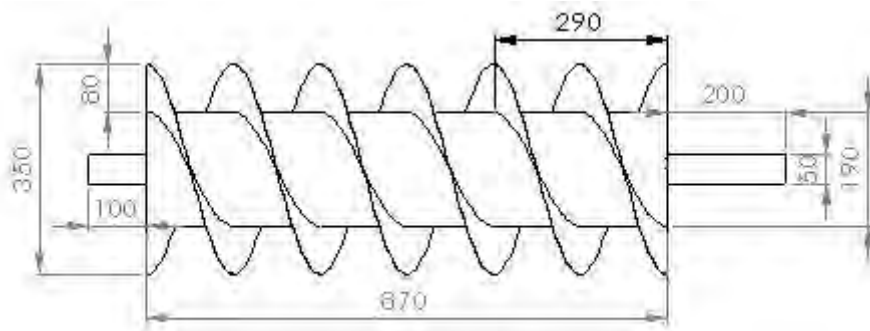
Gambar 3.7B Turbin Ulir

Pada Gambar 3.7B adalah Foto 1 unit Turbin Ulir pada di lapangan siap untuk dilakukan pengujian dan pengambilan data.

Tabel 3.2 Spesifikasi Turbin Ulir

No.	Bagian	Ukuran
1	Penampang air atas	80 Liter
2	Rangka Turbin Ulir	$P = 1700$, $l = 600$, $t = 1400\text{mm}$
3	Penyangga pengatur sudut poros	700mm
4	Rumah turbin Ulir	$\varnothing = 354\text{mm}$, $L = 1100\text{mm}$
5	Poros dan Turbin Ulir	$\varnothing = 350\text{mm}$, $L = 870$
6	Bearing Turbin Ulir	$\varnothing = 50\text{mm}$
7	Penyangga Rumah atas turbin	$\varnothing = 20\text{mm}$
8	Generator	350 watt
9	Pully	$T = 8\text{ Inch}$, $G = 2,5\text{ Inch}$

Tampak depan screw bahan penelitian dapat dilihat pada gambar 3.8



Gambar 3.8 Tampak Depan Screw

3.3 Metode Penelitian

Penelitian ini akan menggunakan metode Penelitian kuantitatif dimana akan dikumpulkan data data yang sebenarnya berdasarkan dilapangan kemudian nantinya akan dihitung menggunakan rumus yang ada berdasarkan refrensi yang sudah dibuat.

3.3.1 Langkah – langkah pengujian alat

a. Persiapan

Dalam pengujian alat ini ada beberapa hal yang perlu dipersiapkan dalam melakukan pengujian alat dalam instalasi turbin ulir.

1. Mensurvei Lokasi pengujian sesuai dengan tinggi alat yang sudah di buat.
2. Membendung sungai dengan tujuan memperbesar debit air.
3. Assambly Turbin ulir dan dudukkan sesuai dengan bendungan yang sudah di buat.
4. Menunggu debit air hingga yang diinginkan.
5. Mempersiapkan alat-alat ukur untuk mengumpulkan data.
6. Mempersiapkan alat tulis untuk menulis data pengujian.

b. Langkah-langkah Pengambilan Data

Pengujian turbin dilakukan dengan langkah sebagai berikut:

Assambly Turbin ulir siapkan peralatan alat tulis alat ukur untuk pengujian pengambilan data, Bendung sungai hingga debit air mencukupi sehingga nantinya aliran air mengalir ke bak penampung yang sudah di rancang sedemikian rupa, Perhatikan gambar 3.9.



Gambar 3.9 Bak Penampung

Kemudian langkah awal untuk pengambilan data yaitu Debit air, pada bagian bak penampung bagian belakang ada dibuat untuk pengaturan debit, disini pengatur debit bisa disesuaikan dengan yang diinginkan dengan bantuan alat ukur untuk mengukur ketinggian air, pengukuran debit air dilakukan 3 kali supaya hasilnya akurat, Perhatikan gambar 3.10 dibawah ini.



Gambar 3.10 Pengukuran Tinggi air menggunakan alat ukur mistar

Kemudian langkah selanjutnya untuk pengambilan data yaitu mengukur kecepatan air menggunakan benda dengan metode pelampung dimana pengukuran tersebut di ukur menggunakan stopwatch dari ujung bak penampung atau air pertama masuk sampai dengan ujung bak penampung atau batas air keluar perhatikan gambar 3.11.



Gambar 3.11 Pengukuran kecepatan Air

Kemudian langkah selanjutnya untuk pengambilan data yaitu mengukur Putaran poros mulai dari Putaran poros Turbin Ulir dan Putaran poros Generator dengan Perbandingan rasio putaran sekitar 3:1 untuk pully Turbin Ulir menggunakan Pully diameter 8 inch dan Pully Generator diameter 2.5 inch, pengambilan data ini menggunakan alat ukur Tachometer digital sesuai dengan debit air yang diberikan, setiap analisis debit air yang diberikan dilakukan pengukuran Putaran poros Turbin ulir 3 kali dan Pengukuran Putaran poros

Generator 3 kali supaya hasil yang didapat akurat, Perhatikan gambar 3.12 – 3.14 Dibawaah ini.



Gambar 3.12 Pengukuran Putaran Generator



Gambar 3.13 Pengukuran Putaran Turbin Ulir



Gambar 3.14 Alat ukur Tachometer digital

Kemudian langkah selanjutnya untuk pengambilan data yaitu Ampere dan Voltase, Pengambilan data ini menggunakan Alat ukur Multitester dengan kabel multitester dihubungkan ke kabel Generator sehingga menghasilkan nilai Ampere dan Voltase, Pengukuran dan pengambilan data ini dilakukan secara berulang berdasarkan debit yang diberikan, Perhatikan Gambar 3.15 tersebut.

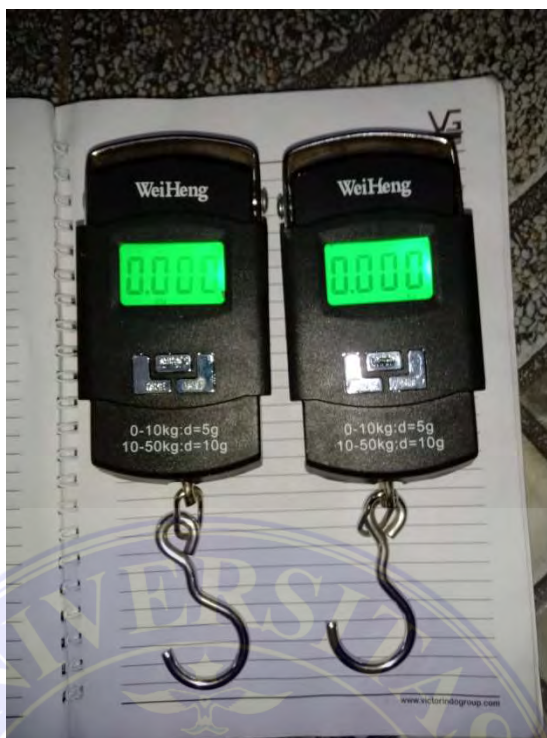


Gambar 3.15 Pengecekan Ampere dan Voltase Gambar 3.16 Multitester

Kemudian Langkah selanjutnya untuk pengambilan data yaitu Torsi, Pengambilan data torsi menggunakan 2 timbangan yang di ikat tali dari ujung timbangan 1 ke ujung timbangan ke 2 kemudian tali tersebut di letakkan di Pully Turbin ulir seperti peletakkan V-Belt, Pengambilan data ini menggunakan metode *Break*(pengeremen) dimana nantinya timbangan 1 memberikan nilai Positif karena tali tersebut akan menarik timbangan atau mendorong kebawah sesuai dengan putaran turbin ulir dan timbangan ke dua akan memberikan nilai negatif dikarenakan timbangan tersebut memberikan dorongan keatas, Perhatikan Gambar 3.17 dibawah ini.



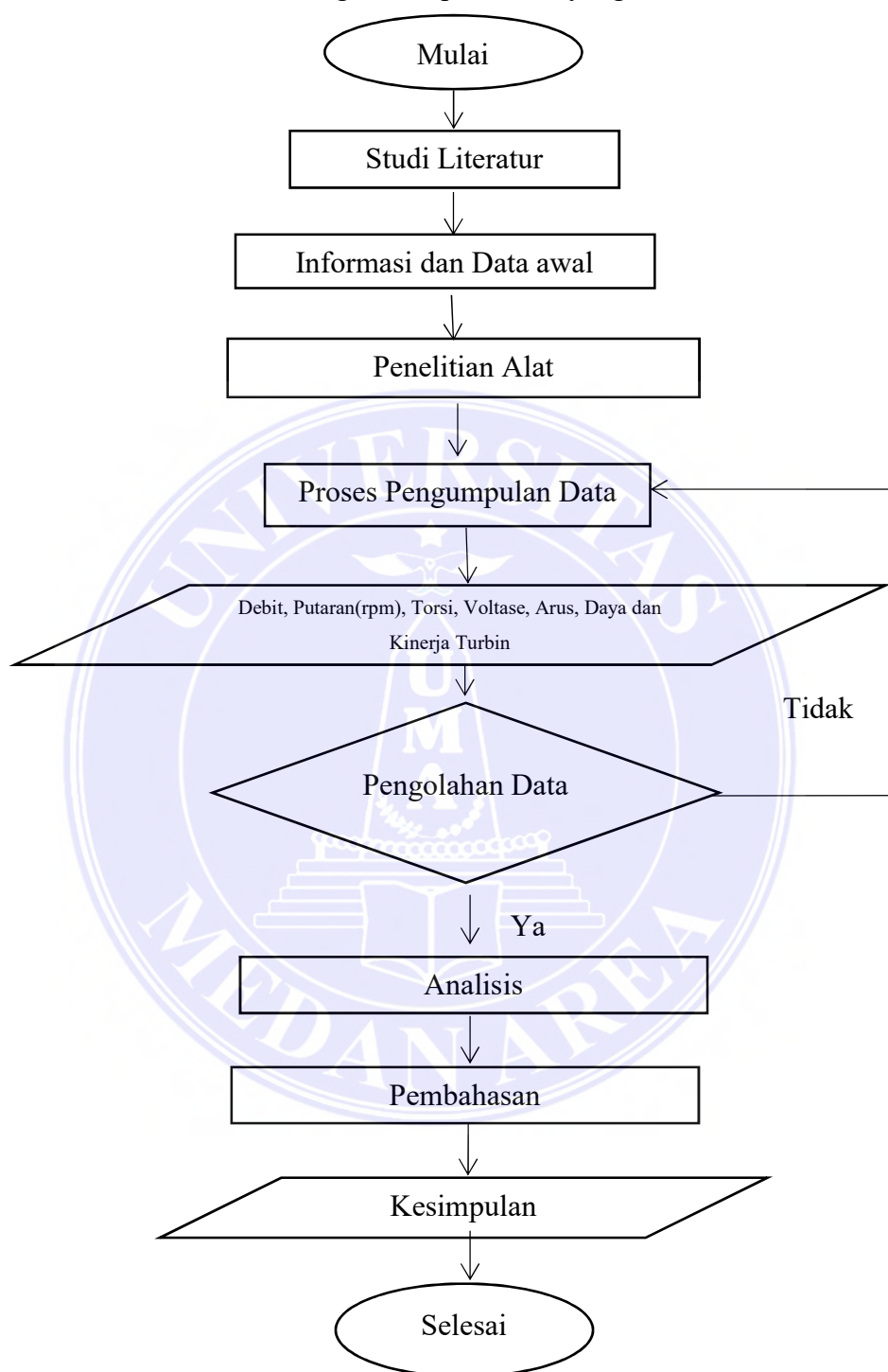
Gambar 3.17 Pengecekan Torsi dengan 2 timbangan



Gambar 3.18 Timbangan Digital

3.4 Bagan Alur Penelitian

Gambar 3.19 adalah bagan alur penelitian yang akan dilakukan:



Gambar 3.19 Flow chart

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang di dapat Pada Analisis Pembangkit listrik Tenaga mikrohidro Turbin Ulir yaitu :

1. Pembangkit listrik tenaga mikrohidro turbin ulir dengan dimensi diameter turbin 350mm, panjang 870 mm dan jarak blade 290mm menghasilkan daya generator tertinggi sebesar 37,3 watt Pada debit air sebesar $0,0205 \text{ m}^3/\text{s}$ dan daya generator terendah sebesar 3,5 watt pada debit air sebesar $0,0082 \text{ m}^3/\text{s}$, dimana jika diberikan debit air semakin besar maka daya yang dihasilkan juga semakin besar ataupun sebaliknya jika diberikan debit air yang rendah maka daya yang dihasilkan juga rendah, hal itu disebabkan putaran turbin rendah dan adanya perbandingan Pully. Kemudian daya terendah seharusnya berada pada debit air sebesar $0,0051 \text{ m}^3/\text{s}$ tetapi pada daya tersebut turbin ulir tidak dapat berputar sehingga tidak menghasilkan Putaran(rpm), disebabkan jarak antara Turbin ulir dan rumah turbin terlalu besar mengakibatkan losses terlalu besar sehingga debit air tidak dapat mendorong dan memutar turbin.
2. Performa yang dihasilkan pada turbin ulir yang paling tertinggi ada pada debit maksimal sebesar $0,0205 \text{ m}^3/\text{s}$ dengan daya 37,3 watt dengan putaran generator Tertinggi 888 rpm dan yang paling terendah pada debit $0,0082 \text{ m}^3/\text{s}$ dengan daya 3,5 watt dan putaran generator sebesar 215 rpm, hal tersebut terjadi karena adanya pengaruh debit air dan rasio perbandingan

pully, jika rasio perbandingan Pully dan Debit air semakin besar maka daya yang dihasilkan ataupun daya yang dikeluarkan generator semakin besar. Dan Nilai Eff. Turbin tertinggi ada pada debit air sebesar $0,0133 \text{ m}^3/\text{s}$ dengan nilai 36,1 % dengan daya hidrolis sebesar 82,098 watt dan daya generator sebesar 29,7 watt, hal tersebut terjadi karena perbandingan daya hidrolis dan daya generator yang dihasilkan besar.

3. Pengaruh debit air terhadap daya yaitu semakin besar debit air yang di berikan terhadap daya maka daya yang dihasilkan semakin besar dikarenakan Putaran generator semakin tinggi.
4. Torsi terbesar yang di dapat Pada pembangkit listrik tenaga mikrohiro turbin ulir sebesar 0,60139072 Nm.

5.2 Saran

Saran yang dapat di berikan pada analisisi daya Pembangkit Listrik tenaga mikrohidro turbin ulir yaitu :

1. Generator di ganti dengan generator yang bisa menghasilkan daya besar dengan putaran rendah.
2. Mengadakan alat ukur Flow meter digital supaya ukuran flow meter lebih akurat walaupun dengan rumus sudah cukup akurat.
3. Merubah Desain Peletakkan Bearing Agar Bearing tidak cepat rusak akibat tidak adanya pelumasan.
4. Mengganti atau merubah Perbandingan rasio yang besar terhadap Pully yang digunakan ataupun mengganti Pully ke Gearbox dengan perbandingan rasio yang sesuai agar nantinya putaran(rpm) generator besar.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] E. Saefudin, T. Kristyadi, M. Rifki, and S. Arifin, "Turbin Screw Untuk Pembangkit Listrik Skala Mikrohidro Ramah Lingkungan," *J. Rekayasa Hijau*, vol. 1, no. 3, pp. 233–244, 2018, doi: 10.26760/jrh.v1i3.1775.
- [2] I. K. Ardika, A. I. Weking, and L. Jasa, "Analisa Pengaruh Jarak Sudu Terhadap Putaran Turbin Ulir Pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro," *Maj. Ilm. Teknol. Elektro*, vol. 18, no. 2, 2019, doi: 10.24843/mite.2019.v18i02.p10.
- [3] T. M. Syahputra, M. Syukri, and I. D. Sara, "Rancang Bangun Prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Piko Hydro dengan menggunakan Turbin Ulir," *J. Online Tek. Elektro*, vol. 2, no. 1, p. 95, 2017, [Online]. Available: <http://repository.its.ac.id/1895/>.
- [4] A. P. Damastuti, "Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro," *Wacana*, vol. 7, no. 8, pp. 11–12, 1997.
- [5] I. P. Juliana, A. I. Weking, and L. Jasa, "Pengaruh Pengaruh Sudut Kemiringan Head Turbin Ulir Terhadap Daya Putar Turbin Ulir Dan Daya Output Pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro," *Maj. Ilm. Teknol. Elektro*, vol. 17, no. 3, p. 393, 2018, doi: 10.24843/mite.2018.v17i03.p14.
- [6] A. Nurdin and D. A. Himawanto, "Kajian Teoritis Uji Kerja Turbin Archimedes Screw Pada Head Rendah," *Simetris J. Tek. Mesin, Elektro dan Ilmu Komput.*, vol. 9, no. 2, pp. 783–796, 2018, doi: 10.24176/simet.v9i2.2340.
- [7] F. A. S. Putra, "Pengaruh Variasi Kemiringan Propeller," pp. 6–9, 2019.
- [8] H. Budi Harja, H. Abdurrahim, S. Yoewono, and H. Riyanto, "Penentuan Dimensi Sudu Turbin dan Sudut Kemiringan Poros Turbin pada Turbin Ular Archimedes," *Met. Indones.*, vol. 36, no. 1, p. 26, 2016, doi: 10.32423/jmi.2014.v36.26-33.
- [9] M. Ilmiah and T. Elektro, "Ulir (Archimedean Screw) Pusat Pembangkit Listrik Tenaga," vol. 18, no. 1, pp. 83–90, 2019.
- [10] N. F. Andini, "Pengukuran Debit Dan Sedimentasi Das Batang Lembang Bagian Tengah Kenagarian Selayo Kabupaten Solok," *J. Kepemimp. dan Pengur. ...*, vol. 2, no. 2, pp. 133–140, 2017, [Online]. Available: <http://ejurnal.stkip-pessel.ac.id/index.php/kp/article/view/141>.
- [11] A. Muliawan and A. Yani, "Analisis Daya Dan Efisiensi Turbin Air Kinetis Akibat Perubahan Putaran Runner," *Sainstek J. Sains dan Teknol.*, vol. 8, no. 1, p. 1, 2017, doi: 10.31958/js.v8i1.434.
- [12] Harianto, "Buku Kemiringan Turbin," *Pengaruh Pitch Sudu Terhadap Kinerja Turbin Ulir*, vol. 2, no. 2, pp. 119–122, 2017.
- [13] Arto. et.al, "Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Microhydro

Portable Menggunakan Archimedes Screw,” *Conf. Innov. Appl. Sci. Technol.*, vol. 6, no. 2, p. 77, 2020.



LAMPIRAN 1

0,0051 m3/s dengan sudut 35°				
Percobaan	Screw (RPM)	Generator (RPM)	m1(kg)	m2(kg)
1	-	-	-	-
2	-	-	-	-
3	-	-	-	-

0,0133 m3/s dengan sudut 35°				
Percobaan	Screw (RPM)	Generator (RPM)	m1(kg)	m2(kg)
1	178	569	0,25	0,767
2	176	567	0,11	0,78
3	180	572	0,345	0,925

0,0205 m3/s dengan sudut 35°				
Percobaan	Screw (RPM)	Generator (RPM)	m1(kg)	m2(kg)
1	268	870	0,325	0,736
2	289	888	0,53	0,7
3	275	873	0,43	0,63

0,0082 m3/s dengan sudut 35°				
Percobaan	Screw (RPM)	Generator (RPM)	m1(kg)	m2(kg)
1	72	215	0,265	0,57
2	69	209	0,215	0,54
3	64	207	0,375	0,42

0,0154 m3/s dengan sudut 35°				
Percobaan	Screw (RPM)	Generator (RPM)	m1(kg)	m2(kg)
1	254	814	0,23	0,864
2	252	797	0,332	0,85
3	268	817	0,675	1,335

Kuat Arus (Ampere)						
0,0082 m3/s	0,0102 m3/s	0,0133 m3/s	0,0154 m3/s	0,0185 m3/s	0,0205 m3/s	
0,47	0,82	1,38	1,44	1,52	1,49	Percobaan 1
0,43	0,83	1,35	1,43	1,5	1,62	Percobaan 2
0,4	0,79	1,41	1,46	1,47	1,55	Percobaan 3
0,43	0,81	1,38	1,44	1,50	1,55	Rata-rata

0,0102 m3/s dengan sudut 35°				
Percobaan	Screw (RPM)	Generator (RPM)	m1(kg)	m2(kg)
1	104	330	0,12	0,275
2	105	331	0,25	0,505
3	103	328	0,315	0,42

0,0185 m3/s dengan sudut 35°				
Percobaan	Screw (RPM)	Generator (RPM)	m1(kg)	m2(kg)
1	283	854	0,32	0,86
2	267	844	0,245	0,775
3	263	836	0,415	0,715

Debit Air	Voltase
0,0082 m3/s	8 VDC
0,0102 m3/s	12,5 VDC
0,0133 m3/s	21.5 VDC
0,0154 m3/s	22 VDC
0,0185 m3/s	22.5 VDC
0,0205 m3/s	24 VDC

0,0082 m3/s		
DH	DG	
50,5727917	3,5	
Eff.turbin		
6,9		

0,0133 m3/s		
DH	DG	
82,09868783	29,7	
Eff.Turbin		
36,1		

0,0185 m3/s		
DH	DG	
113,624584	33,7	
Eff.Turbin		
29,64		

$$Q = A \cdot V$$
$$P = \rho \cdot g \cdot Q \cdot h$$
$$P = V \cdot I$$
$$\eta_{PLTMH} = \frac{PG}{PH} \cdot 100\%$$

0,0102 m3/s	
DH	DG
63,05179225	10,2
Eff. Turbin	
16,1	

0,0154 m3/s	
DH	DG
94,57768837	31,8
Eff.turbin	
33,6	

0,0205 m3/s	
DH	DG
126,103584	37,3
Eff. Turbin	
29,56	

Debit (m3/s)	Eff.Turbin(%)
0,0051	0,00
0,0082	6,9
0,0102	16,1
0,0133	36,1
0,0154	33,6
0,0185	29,64
0,0205	29,56

Debit (m3/s)	Daya Hidrolis (Watt)	Daya Generator (Watt)
0,0051	31,52589612	0,0
0,0082	50,5727917	3,5
0,0102	63,05179225	10,2
0,0133	82,09868783	29,7
0,0154	94,57768837	31,8
0,0185	113,6245839	33,7
0,0205	126,1035845	37,3

Debit (m3/s)	RPM Screw	RPM Generator
0,0051	-	-
0,0082	72	215
0,0102	105	331
0,0133	180	572
0,0154	268	817
0,0185	283	854
0,0205	289	888